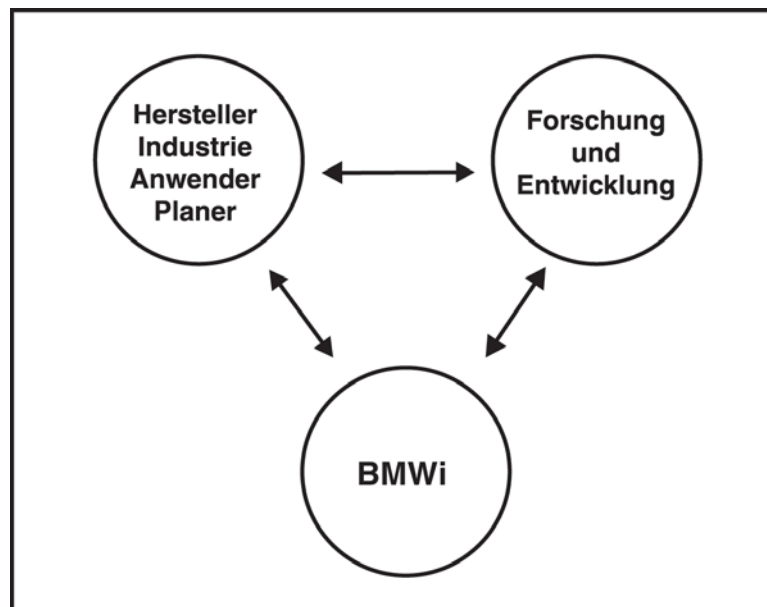


Dipl.-Ing. Gerhard Kopiske, Dipl.-Ing. Christian Imann, Dr.-Ing. Klaus-Dieter Clausnitzer,
Dipl.-Ing. Ulrike Siemers, Dipl.-Ing. Martin Llamas, Dr. Norbert Weis

Lüftungsampel

Verifizierung einer Lüftungsampel für den Einsatz im Mietwohnungsbau und in Schulen



Forschungsberichte

Lüftungsampel

Wissenschaftliche Begleitung sowie Verifizierung einer Lüftungsampel für den Einsatz im Mietwohnungsbau und in Schulen

Verbundprojekt: Energetische Verbesserung der Bausubstanz, Teilkonzept 2: Luqas II (Tripelsensor)

Herausgeber: FIA-Projekt – Forschungs-Informations-Austausch
unterstützt durch das
Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA)
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

im Fachinstitut Gebäude-Klima e.V.
Danziger Straße 20
74321 Bietigheim-Bissingen
Tel.: 0 71 42/5 44 98
www.fgk.de

Projekt: Dipl.-Ing. Gerhard Kopiske
Dipl.-Ing. Christian Imann
UTECH GmbH

Dr.-Ing. Klaus-Dieter Clausnitzer
bremer energie institut

Dipl.-Ing. Ulrike Siemers
Dipl.-Ing. Martin Llamas
Dr. Norbert Weis
Bremer Umweltinstitut

Veröffentlicht im Juli 2005 Best. Nr.: 109
ISBN 3-938210-08-7

Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren

Schlussbericht

Wissenschaftliche Begleitung sowie Verifizierung einer Lüftungsampel für den Einsatz im Mietwohnungsbau und in Schulen

Verbundprojekt:

Energetische Verbesserung der Bausubstanz,
Teilkonzept 2: Luqas II (Tripelsensor)

gefördert durch

Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit,
vertreten durch das Forschungszentrum Jülich, PTJ



Bremer Energie-Konsens

Schlussbericht

Wissenschaftliche Begleitung sowie Verifizierung einer Lüftungsampel für den Einsatz im Mietwohnungsbau und in Schulen

Verbundprojekt:

Energetische Verbesserung der Bausubstanz,
Teilkonzept 2: Luqas II (Tripelsensor)

gefördert durch

Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit,
vertreten durch das Forschungszentrum Jülich, PTJ



Autoren:

Dipl.-Ing. Gerhard Kopske
Dipl.-Ing. Christian Imann
UTEC GmbH

Dr.-Ing. Klaus-Dieter Clausnitzer
bremer energie institut

Dipl.-Ing. Ulrike Siemers
Dipl.-Ing. Martin LLamas
Dr. Norbert Weis
Bremer Umweltinstitut

Bremen, August 2004

Inhalt

1	Zusammenfassung	5
2	Das Forschungsvorhaben Lüftungsampel im Überblick	8
2.1	Natürliche Lüftung	8
2.2	Die Lüftungsampel	9
2.3	Projektablauf	9
3	Grundlagenermittlung	11
3.1	Workshop	12
4	Vorversuche mit dem EvaKit	14
4.1	Zielsetzung	14
4.2	Vorgehen	15
4.3	Einsatz des EvaKit in Schulen	16
4.4	Ergebnisse der Vorversuche	17
5	Schadstoffuntersuchungen	19
5.1	Messanalytik/ Gerätetechnische Ausstattung	19
5.2	Vergleichsmessungen	19
5.3	Einzelstoffuntersuchungen	21
5.4	SensibilitätsüberprüfungSensi	22
6	Konzeption und Fertigung der Serie 1	23
7	Feldversuch	25
7.1	Die Testwohnungen und -Schulräume	25
7.2	Durchführung	28

7.3	Auswertung	29
7.3.1	Akzeptanzbefragungsuntersuchungen	29
7.3.2	Energiebilanzierung	32
7.3.3	Schadstoffmessungen	36
8	Perspektiven	41
9	Fazit	44
10	Literatur	45

1 Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht ist der Schlussbericht des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens zur Begleitung und Verifizierung einer Lüftungsampel im Bereich Wohnungen und Schulen. Dieses ist eingebunden in das Verbundprojekt „Energetische Verbesserung der Bausubstanz, Teilkonzept 2: Luqas II (Tripelsensor)“.

Mit einer Lüftungsampel ist ein einfaches und kostengünstiges Gerät gemeint, mit dessen Hilfe Wohnungsnutzer anhand von Analytik in Echtzeit über ihr aktuell sinnvolles, d.h. energiegerechtes, hygienisches und bauphysikalisch erforderliches Lüftungsverhalten informiert werden sollen.

Eine intensive Literaturrecherche ermöglichte einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung zum Thema „Lüftung und Luftschadstoffe“ in Wohnungen und Schulen. Alle wesentlichen, in Wohnräumen vorkommenden Luftschadstoffe wurden recherchiert, in sinnvoll zusammenfassende Gruppen zusammengefasst und bewertet.

In einem internationalen Workshop wurde, in dem Bemühen um eine pragmatische und praxisgerechte Aussage, die Grundlagen für die Bewertung der Raumluftqualität in Wohngebäuden und Schulen mit Hilfe einer Lüftungsampel abgestimmt. Die Lüftungsampel sollte nicht nur als Analysegerät, sondern als „Gerät mit Erziehungsfunktion“ verstanden werden. Sie soll dem Anwender Rückschlüsse über die Auswirkungen seines Verhaltens geben. So lernt er mit der Zeit ein optimales Lüftungsverhalten zu vollziehen.

In Vorversuchen sollte ein Gefühl für Stärken und Schwächen des Messprinzips geschaffen werden. Die EvaKits wurden sowohl im Alltag, als auch unter Laborbedingungen eingesetzt, es wurden Wohnungen und Büroräume über mehrere Stunden bis zu einigen Tagen beprobt.

Parallel dazu wurden Messungen zur Luftqualität mit einem photoakustischen Multi-Gas Monitor durchgeführt. In der Vielzahl der im Alltag aufgenommenen Messkurven der Luftqualität können einige charakteristische Elemente immer wieder beobachtet und zugeordnet werden. Es bestätigte sich die Erwartung, dass ähnliche Funktionen der Räume bzw. Aktivitäten der Bewohner eine ähnliche Charakteristik der Messkurven hervorrufen.

Die Schlussfolgerung der Vorversuche bezogen auf die Anforderungen an die Lüftungsampel lässt sich für das Lüftungsverhalten so beschreiben, dass weniger der absolute Messwert als vielmehr der Verlauf und die Entwicklung der Messkurve für eine Handlungsempfehlung bewertet werden sollte.

Die Ansprechempfindlichkeit des LUQAS-Sensors auf verschiedene Einzelstoffe ist unterschiedlich. Er reagiert sehr empfindlich auf kurzkettenige Stoffe wie Aceton oder Kohlenmonoxid. Bei langkettigen Stoffen wie z.B. Alkanen, Hexan oder Heptan ist die Sensorempfindlichkeit teilweise um ein mehrfaches geringer. Aus gesundheitlicher Sicht bedenkliche Konzentrationen einiger Schadstoffe wie PAK, PCB, oder Trichlorethan sind im Vergleich zu anderen Luftinhaltsstoffen in einer so geringen Konzentration vorhanden, dass sie mit dem LUQAS-Sensor nicht direkt detektiert werden können.

Mit den Ergebnissen aus den Vorversuchen wurden die Anforderungen an die Lüftungsampel gestellt und durch technische Lösungen umgesetzt. Die Bedienung, Parametrierung und Auswertung der Messdaten soll mittels einer Software erfolgen, welche dem Projektteam weitestgehende Freiheit in der Parametrierung belässt.

Die Konzepte wurden anhand vorhandener Messkurven und einer Simulationsrechnung auf ihre Plausibilität und Zuverlässigkeit getestet und parametrierung. Das Steuerprogramm der Lüftungsampel bietet eine flexible Maske an, die sachgerechte Verwendung obliegt dem Anwender durch die Auswahl geeigneter Parameter.

Insgesamt 35 Prototypen wurden in einem Feldversuch mit letztendlich 14 Wohnungen und 5 Schulräumen in der Heizsaison 2003/2004 getestet. In allen untersuchten Räumen wurde grundsätzlich das gleiche Programm an Begleitanalytik durchgeführt: Untersuchungen bestimmter Schadstoffe (VOC, Formaldehyd, ggf. PCB, PAK, PCP und Schimmel), Blower-Door-Messungen, Protokollführung der Nutzer, Interviews.

Zwei ausgewählte Wohnungen wurden für einen Langzeitversuch nur mit je einer Lüftungsampel ausgestattet. Diese sollte – so ist es auch in der späteren Praxis vorgesehen – jeweils einige Zeit in einem der bewohnten Räume aufgestellt werden, um ein sachgerechtes Lüften zu „lernen“.

Alle im Feldversuch teilnehmenden Wohnungen wurden mehrfach auf Schadstoffe untersucht – mit der „worse case“ Analytik auf vorkommende Einzelstoffe und die Begleitanalytik mit dem photoakustischen Monitor zu den momentanen Belastungen und deren Veränderungen. Die Untersuchungen wurden ohne Hinweis auf konkrete Beschwerden und ohne bekannte gesundheitliche Belastungen der Bewohner oder sonstige Auffälligkeiten durchgeführt. Dennoch sind in einigen Wohnungen und Schulen hohe TVOC-Belastungen als auch hohe Einzelbelastungen mit VOC ermittelt worden.

Die Auswertung der Monitor-Messwerte ergab, dass in einigen Räumen die Extrema der Raumluftbelastung vermindert sind und die Anzahl mittlerer Messwerte signifikant angestiegen ist. So soll die Lüftungsampel wirken! Leider war nicht bei allen Nutzern solch eine Verhaltensänderung festzustellen, es gibt genauso auch Nutzer, bei denen keinerlei Verhaltensänderung festzustellen war.

Die Akzeptanzforschung des Feldversuchs zeigte, dass das Gesamturteil der deutlichen Mehrheit der Wohnungs-Testnutzer (71 %) in Bezug auf die allgemeine Nützlichkeit der Lüftungsampel ist positiv. Unnützlich (im Sinne „Luxusgut“) bewertet das Gerät niemand. Das Gerät animiert sowohl dazu, bei schlechter Luft Fenster zu öffnen als auch Fenster (rechtzeitig) zu schließen, um Energie zu sparen. Bei den Schul-Testnutzern ist das Gesamturteil in Bezug auf die allgemeine Nützlichkeit des Gerätes neutral bis positiv, auch hier findet niemand das Gerät unnützlich. Einzelne Nutzer jedoch fanden das Gerät für sich nicht nützlich.

Die Anzeige der Lüftungsampel als Handlungsempfehlung wurde oft nicht richtig verstanden.

In Bezug auf die Preisvorstellungen aller Testnutzer wird deutlich, dass die meisten bis zu 50 € für eine Lüftungsampel ausgeben würden. Die preisliche Obergrenze liegt bei 150 €..

Durch die Benutzung der Lüftungsampel änderten die Nutzer ihr Lüftungsverhalten zumindest teilweise. Zum einen gaben sie an, unter Beachtung der Lüftungsampel nun öfter, aber kürzer zu lüften. Andere lüften nun weniger. Die Benutzung der Lüftungsampel führte dazu, dass das Bewusstsein in Bezug auf Lüftung gestiegen ist.

An drei Testwohnungen wurde der nach VDI 3807 Blatt 1 zeit- und witterungsbereinigte Energieverbrauch für Raumwärme von Referenzperioden ohne Benutzung von Lüftungsampeln mit dem Verbrauch in Perioden, in denen die Lüftungsampel verwendet wurde, verglichen. Als Ergebnis sind keine erheblichen Unterschiede im Energieverbrauch mit und ohne Lüftungsampel festzustellen. Befürchtungen, dass aufgrund der Benutzung von Lüftungsampeln die Lüftungsvorgänge erheblich zunehmen und deshalb ein deutlicher Anstieg des Endenergieverbrauchs zu beobachten sein werden, wurden nicht bestätigt.

Bezogen auf den Eigenstromverbrauch kamen wir zu dem Ergebnis, dass Lüftungsampeln in vielen, aber nicht in allen Fällen eine positive Energiebilanz aufweisen. Das finanzielle Ergebnis zeigt auch, dass eine Lüftungsampel kaum mehr kosten darf als etwa 50 €, um eine akzeptierte Amortisationszeit zu erreichen.

Die Ergebnisse aus dem Feldtest zeigten deutlich, dass die Lüftungsampel grundsätzlich gut in der Lage ist, den Nutzern Hinweise für ein energiegerechtes und entsprechend den hygienischen Anforderungen durchgeführtes Lüften zu geben. In Einzelfällen gibt es jedoch einige Hemmnisse technischer Natur oder zum Verständnis, die die Benutzung erschweren. Im Detail wurde weiterer Entwicklungsbedarf und technische Verbesserungsmöglichkeiten identifiziert.

Die Qualität des LUQAS-Systems sollte im Praxiseinsatz in mehreren Schulen und der Staats- und Universitätsbibliothek Bremen getestet und durch uns ausgewertet werden.

In der Grundschule in Geschwenda, einem Gebäude ohne Lüftungstechnik, war bei insgesamt geringer Luftfeuchtigkeit ein sofortiger Anstieg der Messwerte in Gegenwart von Personen im Klassenraum festzustellen. In der Käthe-Kollwitz-Schule Aachen sind Messungen der Luftqualität in Räumen mit Fensterlüftung und in solchen mit maschineller Lüftung mit einem mobilen Messkoffer durchgeführt worden. Es wurden CO₂, die Luftqualität mit dem LUQAS-EvaKit und teilweise parallel mit einem LQ-Sensor der Fa. Siemens, die relative Feuchte und die Raumtemperatur gemessen. Der Vergleich der Messkurven zwischen dem CO₂-Sensor, dem Luftqualitätsfühler von Siemens und dem LUQAS-Signal zeigt, dass das Signal vom Siemens-Sensor dem CO₂-Signal sehr gut folgte, aber bei einem oberen Wert abregelte und konstant blieb. Das LUQAS-Signal zeigte einen etwas unruhigeren, aber gleichmaßen fast parallelen Verlauf zum CO₂-Signal. Wie auch in allen anderen vorliegenden Messkurven der Käthe-Kollwitz-Schule zeigte sich in den Messungen des mechanisch belüfteten Raumes sehr gut das kongruente Verhalten der CO₂- und LUQAS-Messreihen.

Eine Auswertung von Messergebnissen aus der Staats- und Universitätsbibliothek Bremen konnte nicht vorgenommen werden, da die LUQAS-Sensoren erst im Jahr 2005 installiert werden können.